

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 27720131152788

UDC\_\_\_\_\_

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

期限结构预测：基于非参数方法

Term Structure Predictability:  
A Nonparametric Approach

周 洵

指导教师姓名: 陈海强副教授

专 业 名 称: 金 融 学

论文提交日期: 2016 年 5 月

论文答辩时间: 2016 年 5 月

学位授予日期: 2016 年 6 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2016 年 5 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为( )课题(组)的研究成果，获得( )课题(组)经费或实验室的资助，在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。)

声明人（签名）：

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ）1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于  
年    月    日解密，解密后适用上述授权。

（        ）2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月

## 摘 要

利率期限结构是预测一个国家经济运行走势分析的重要指标, 不仅对于家庭、企业和金融机构的经济决策十分重要, 而且对于中央银行制定针对社会投资、通货膨胀和失业的货币政策也同样重要。同时, 利率期限结构对于资产价格、金融衍生品产品设计、资产保值、风险控制等方面的分析起着基础的作用。因此学术界和实务界一直致力于研究出更好地预测利率期限结构的模型。

本文在 Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>提出的动态 Nelson-Siegel 模型的基础上, 针对其存在的问题, 即参数的不稳定性, 对模型做出一定的修正。在 Diebold 和 Li 所使用的固定参数的 AR 模型中, 我们对 AR 模型的系数进行修正, 使得其式子中的固定参数可以随着时间变动, 即参数是时间的平滑函数。继而, 通过非参数方法对模型进行估计, 提出了基于非参数方法的动态 Nelson-Siegel 模型。

本文的样本数据的时期是从 1983 年 1 月至 2015 年 12 月, 这里我们总共有 396 个数据。我们利用 15 个到期期限的美国国债收益率进行了样本外预测, 得到了一个样本外预测能力较强的预测效果, 尤其是在中长期到期期限上明显优于对比模型。

本文的创新之处在于: 本文考虑到了参数的时变性特征, 对固定的参数引入了随时间变化的概念, 使得模型更加符合现实的经济意义。同时, 使用了局部线性估计的非参数方法对于模型进行了估计, 并选取了合适的窗宽和滞后阶数, 使得模型在对美国国债利率期限结构中长期到期期限的样本外预测预测效果有明显的改善。

**关键词:** 期限结构; 非参数方法; 样本外预测

## Abstract

The term structure of interest rates is an important index of a country's macro economy operation, it is not only important for family, firms and financial institution's decision, but also important for the social investment, inflation and monetary policy made by central bank. Meanwhile, interest rate term structure play to the basic role of financial products pricing, design of financial derivatives product, assets hedge and risk management in the financial market. Therefore, it has been a long time searching for better forecasting evolution model of interest rate term structure in academic and practical circles.

In this paper, we base on the dynamic Nelson-Siegel model proposed by Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>. In their paper, they propose an AR model with fixed coefficients, and compare to AR model, we allow for the coefficients to be smooth functions of time. This is the challenge facing by Diebold and Li's method. We propose a nonparametric approach on the dynamic Nelson-Siegel model.

In this paper, our data sample period is from Jan. 1983 to Dec. 2015, and in total we have 396 periods. We have the U.S. Treasury securities with 15 maturities. With the data we do the out-of-sample forecasting, and the model we put forward has a better performance in prediction of the term structure of our treasury bond, especially for the mid-and-long term forecasting.

The innovations of this paper are as below: in this paper, we consider the time-variation in coefficients, the fixed coefficients are assumed to be a smooth function of time. This made the model more fit for the reality of the economic significance. Meanwhile, we use the nonparametric method to estimate the model, and select the optimal bandwidth and optimal order of lags. The model which is put forward in this paper has a better performance in predicting the term structure of U.S. Treasury bond.

**Key Words:** Term structure; Nonparametric method; Out-of-sample forecasting

# 目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第一章 引言 .....	1
1.1 研究背景和意义 .....	1
1.2 研究思路及创新点 .....	3
1.3 研究框架及结构安排 .....	4
第二章 文献综述 .....	5
2.1 利率期限结构 .....	5
2.1.1 传统利率期限结构理论.....	5
2.1.2 现代利率期限结构理论.....	6
2.1.3 Nelson-Siegel 模型及其拓展模型.....	7
2.2 参数不稳定性计量方法 .....	8
2.3 非参数计量方法 .....	10
2.4 样本内拟合和样本外预测 .....	11
2.5 核回归的窗宽选择 .....	12
第三章 模型介绍 .....	14
3.1 动态的 Nelson-Siegel 模型.....	14
3.2 非参数动态 Nelson-Siegel 模型 .....	18
3.2.1 时变的 Nelson-Siegel 模型.....	18
3.2.2 时变模型的非参数估计.....	19
3.2.3 窗宽和滞后系数的选择.....	20
3.2.4 参数 $\lambda_t$ 的选择 .....	21
3.3 样本外预测评估指标 .....	22
3.3.1 样本外的 $R^2$ 统计量.....	22
3.3.2 标准的 MSPE 统计量 .....	23

3.3.3 标准误差的 Newey-West 方法调整 .....	23
<b>第四章 实证研究 .....</b>	<b>25</b>
4.1 数据的描述 .....	25
4.2 预测评估 .....	28
4.3 非参数动态 Nelson-Siegel 模型样本外预测 .....	29
4.4 模型预测效果的比较 .....	32
4.5 模型有效性检验 .....	35
<b>第五章 结论与讨论 .....</b>	<b>39</b>
5.1 非参数动态 Nelson-Siegel 模型总结 .....	39
5.2 讨论和建议 .....	41
<b>参考文献 .....</b>	<b>43</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>49</b>

## Table of Contents

<b>Chinese Abstract .....</b>	<b>I</b>
<b>English Abstract.....</b>	<b>II</b>
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Research Background.....	1
1.2 Research Ideas and Innovations .....	3
1.3 Framework and Structure Arrangement.....	4
<b>Chapter 2 Literature Review .....</b>	<b>5</b>
2.1 Term Structure .....	5
2.1.1 Traditional Theory of Term Structure .....	5
2.1.2 Modern Theory of Term Structure .....	6
2.1.3 Nelson-Siegel Model and Its Extension.....	7
2.2 Parameter Instability.....	8
2.3 Nonparametric Approach .....	10
2.4 In-Sample and Out-of-Sample .....	11
2.5 Bandwidth Selection of Kernel Regression.....	12
<b>Chapter 3 Model .....</b>	<b>14</b>
3.1 Dynamic Nelson-Siegel Model .....	14
3.2 Nonparametric Dynamic Nelson-Siegel Model .....	18
3.2.1 Time-Varying Nelson-Siegel Model .....	18
3.2.2 Nonparametric Estimation of Time -Varying Model .....	19
3.2.3 Bandwidth and Lag Parameter Selection .....	20
3.2.4 The Selection of $\lambda_t$ .....	21
3.3 The Evaluation Indicator of Out-of-Sample.....	22
3.3.1 Out-of-Sample $R^2$ Statistic.....	22
3.3.2 MSPE-normal Statistic.....	22



3.3.3 Newey-West Method.....	23
<b>Chapter 4 Empirical Research .....</b>	<b>25</b>
4.1 Data Descriptions .....	25
4.2 Forecast Evaluation .....	28
4.3 Out-of-Sample Forecasting .....	29
4.4 Forecasting Comparison .....	32
4.5 Test for Efficiency .....	35
<b>Chapter 5 Conclusion and Discussion.....</b>	<b>39</b>
5.1 Summary of Nonparametric Nelson-Siegel Model .....	39
5.2 Discussion and Suggestion.....	41
<b>Reference.....</b>	<b>43</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>49</b>

# 第一章 引言

## 1.1 研究背景和意义

利率的期限结构，从静态来看，指在任一时点收益率与到期期限的关系，同时，利率期限结构也被称为收益率曲线，在图形上表现为一条横轴为到期期限，纵轴为收益率的曲线；从动态来看，指不同到期期限的收益率随着时间的变动所形成的一系列时间序列数据。利率期限结构不仅对于家庭、企业和金融机构的经济决策十分重要，而且对于中央银行制定针对社会投资、通货膨胀和失业的货币政策也同样重要。同时，利率期限结构对于资产定价、金融衍生品产品设计、资产保值、风险控制等方面的分析起着基础的作用。因此，利率期限结构是金融市场上最重要的几个经济变量之一。

自 Irving Fisher (1896)<sup>[1]</sup>最早提出利率期限结构的预期理论以来，许多经济金融学者进行了大量的研究，试图寻找利率期限结构的影响因素。在早期的研究中，利率期限结构理论运用的主要是定性的分析方法，通过投资者对于不同到期期限债券的选择，提出一些假说来解释市场中的利率期限结构形态。其中典型的有 Fisher (1896)<sup>[1]</sup>提出的预期理论、Culbertson (1957)<sup>[2]</sup>提出的市场分割理论、Modiglian & Sutch (1966)<sup>[3]</sup>提出的优先聚集地理论、Hicks (1939)<sup>[4]</sup>提出的流动性偏好理论。

随着研究进程的不断深入，大量方法被应用于利率期限结构的研究中。例如数学工具对经济学科的渗透，使得利率期限结构的静态拟合方法得以发展。从最早的息票剥离法和二项式样条估计法，到后来的 B 样条函数估计和指数样条估计法等。新的研究方法使得拟合利率期限结构过程中出现的误差大大降低。随着不断涌现的新方法，利率期限结构的静态拟合方法仍有很大的发展空间。

自随机波动理论的发现，对于利率期限结构的研究逐渐转向动态模式。动态模式分析主要有两个研究方向，一个是对于利率期限结构波动特征的研究，另一个则是利率期限结构预测的研究。其中，后者主要旨在构建一条可以用以预测未来收益率的收益率曲线。如何构建一个较为精确的预测模型、如何估计预测模型中存在的参数、如何比较不同预测模型的预测效果、如何提高预测模型的精确度，

这些问题成为了学者致力于解决的研究课题。

随着全球经济一体化的进程越来越快，以美国为首的资本主义发达经济体对全球的影响日益紧密。同时，美国债券市场较为悠久，历史数据完备，易于收集研究。因此，对于美国国债的利率期限结构研究，不仅可以揭示利率期限结构的构建过程，而且对于我国债券市场构建利率期限结构有一定的指导作用。

第一、利率期限结构是资本市场定价的基础。利率期限结构不仅在债券的定价中起到基准的作用，而且利率期限结构可以推导出远期利率，对于金融衍生品的定价也十分重要。

第二、利率期限结构可以推进资本市场的完善和发展。在一个完善的资本市场中，资产价格的定价是合理的，不存在套利的机会，对一些冲击能够快速反应。如果可以准确地估计利率期限结构，就可以为政府提供市场价格是否合理的理论依据，减少市场中的套利机会，对资本市场的完善和发展十分重要。

第三、利率期限结构可以作为中央银行行为的指导。央行通过利率期限结构可以了解经济运行的情况以及政策实施的影响，更加准确地把握 GDP、通货膨胀、汇率等宏观经济指标，更好地进行宏观经济调控。例如，央行的公开市场操作，可以调整利率期限结构扭曲，央行还能够通过调节短期利率，进而引导预期，影响中长期利率的趋势。

第四、利率曲线结构可以使得金融机构更加有效地管理利率风险。准确地预测利率期限结构，对于金融机构来说可以更加有效地配置资产组合。例如，在债券的投资中，利率风险表现为价格风险和再投资风险，利率的升高带动债券价格的下降，但是利息再投资却可以得到更高的收益，二者存在一个动态平衡的关系。同时，有效地预测利率期限结构可以使得企业对长短期限的债务融资进行合理有效的配置，如果预期利率在未来呈上行趋势，则应该借入长期借款，以保证资金的成本处于较低水平，如果预测利率在未来呈下行趋势，则配置短期借款。

由于国债作为所有债券品种中，集发行量大、发行频率高、参与者广、价格发现机制好、纵向历史数据完备等诸多特点于一身。所以，对于国债利率期限结构的预测，是学术界和业界的一个重要课题。

为了准确拟合及预测国债利率期限结构，学术界提出了许多模型，比较有代表性的有样条函数模型、多项式样条模型、Nelson-Siegel 模型、双因子模型、CIR

模型等等,其中被各国央行应用最为广泛的是 Nelson-Siegel 模型,在此基础上,许多学者提出了 Nelson-Siegel 模型的拓展模型。例如,动态 Nelson-Siegel 模型(DNS)、四因子 Nelson-Siegel 模型(SV)、拓展四因子 Nelson-Siegel 模型(ASV)、自适应动态 Nelson-Siegel 模型(ADNS)等。找到一个更加适合的模型,得出更加精确的国债利率期限结构,并对未来的收益率做出预测,对于资本市场来说具有重要的意义。

因此,本文基于动态 Nelson-Siegel 模型中所使用的固定参数 AR 模型,针对其忽略了参数的时变性这一缺陷,在已有的文献基础上,对 AR 模型中的固定参数引入时变系数,即参数是时间的平滑函数,并引入非参数的方法对时变的 AR 模型进行估计,提出非参数动态 Nelson-Siegel 模型,以期能够得到一个在样本外预测中优于其他预测模型的国债利率期限结构预测模型。并在完成研究的前提下,尝试挖掘模型存在的经济意义,夯实模型的经济理论基础。

## 1.2 研究思路及创新点

自 Nelson & Siegel (1987)<sup>[5]</sup>首次提出 Nelson-Siegel 模型以来,许多文献在其基础上做出了重要的创新。其中,最为重要的一篇文献是 Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>所构建的动态 Nelson-Siegel 模型。在动态 Nelson-Siegel 模型中,Diebold 和 Li 将传统的 Nelson-Siegel 模型进行了拓展,使其成为一个具有三个随时间动态变化的三因子模型,并将三个因子解释为水平、斜率和曲率因子。接着,Diebold 和 Li 假设三个因子满足一个 AR 过程,并基于  $t$  时期的三因子,利用 AR(1) 模型预测  $t+1$  时期的三因子,从而得到  $t+1$  时期的收益率。结果显示,AR(1) 模型对于美国国债的利率期限结构有着较好的预测效果。

然而,Diebold 和 Li 面临的主要问题是参数的不稳定性(即系数随时间变动的性质),这一性质将会影响到模型的预测效果。有许多原因都可以解释为什么参数会随着时间的变动,包括宏观条件、市场情绪和货币政策的改变。在文献中,有许多实证证据表明了随时间变动性质的广泛存在和其会影响预测的准确性。

本文基于 Diebold 和 Li 预测水平、斜率和曲率因子时所使用的固定参数 AR 模型,引入参数的时变性,使得 AR 模型中的固定参数随时间变动,即参数是时间的平滑函数。然后利用局部线性估计的非参数方法对参数进行估计,运用核回

归最小化目标函数，选取适合的窗宽和滞后阶数，从而得到在非参数方法下的  $t$  时期三因子，并带入  $t+1$  时期的三因子预测过程中，得出  $t+1$  时期水平、斜率和曲率因子的预测值，进而求出  $t+1$  时期的国债收益率预测值，进行样本外的预测效果评估。

### 1.3 研究框架及结构安排

本文围绕着利率期限结构的理论基础，以 Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>提出的动态 Nelson-Siegel 模型为基础，引入参数的时变性，并利用非参数的方法，得到非参数动态 Nelson-Siegel 模型，并对样本外数据进行预测。

本文将内容分为五个部分，依次为：

第一部分：介绍研究的背景和意义。根据利率期限结构理论提出了研究的背景和研究意义，并简要叙述了研究的主要思路和创新点，梳理本文的结构，为论文后续问题的研究提供基础知识，并起到理清文章脉络的作用。

第二部分：梳理历史文献综述。对利率期限结构构建的相关历史文献、参数不稳定性的计量方法、非参数的计量方法、样本内拟合和样本外预测及核回归的窗宽选择进行总结回顾，形成一个比较完整的理论综述。这有助于较好地理解利率期限结构模型和非参数方法预测的发展脉络，为后文的模型构建提供理论基础和指导。

第三部分：运用非参数计量经济学方法构建理论模型。对论文中运用的理论进行介绍，基于动态的 Nelson-Siegel 模型，构建并运用非参数的方法对模型进行估计，提出非参数动态 Nelson-Siegel 模型，进而对利率期限结构进行预测。

第四部分：实证研究。主要由处理数据入手，运用 Matlab 的编程语言，对收益率数据进行分析归纳，采用第三部分介绍的模型方法进行分析，包括对数据选择的描述、预测效果的评估、非参数动态 Nelson-Siegel 模型的样本外预测、模型预测效果的比较和模型有效性检验等。

第五部分：全文的结论与讨论。总结了非参数动态 Nelson-Siegel 模型的预测效果和对文章的不足和今后的研究提供建议。

## 第二章 文献综述

### 2.1 利率期限结构

#### 2.1.1 传统利率期限结构理论

利率期限结构理论与方法的研究成果和经典文献在过去的 100 多年间层出不穷。在早期,利率期限结构理论运用的是定性的分析方法,主要通过投资者对于不同到期期限债券的选择,提出一些假说来解释市场中利率期限结构的形态。传统的利率期限结构理论的研究主要集中对利率期限结构的影响因子进行分析,并形成了几个理论学派。

一是预期理论,由 Irving Fisher (1896)<sup>[1]</sup>提出,这一理论认为长期利率是由预期的未来短期利率的加权平均组成。理论还提出远期利率是由无偏的未来即期利率的估计值组成。这一理论背后的假设是,债券的买方对于任一到期期限的债券并没有偏好。因此,当一个债券的预期收益低于另一债券的时候,投资者将不会继续持有该证券。拥有这种性质的债券是可以完全替代的。根据这一理论,现在的短期利率变化,对于长期利率的影响有限。因此,短期利率比长期利率更具有不稳定性。但是,预期理论无法解释为什么长期收益率通常高于短期收益率,即为什么收益率曲线通常向上倾斜。

二是市场分割理论,由 Culbertson (1957)<sup>[2]</sup>提出,这一理论认为不同到期期限的债券市场是完全分割的。任一到期期限的债券利率是由买卖双方决定,与其他到期期限的债券无关。每一个投资者对于不同到期期限的债券有强烈的偏好。因此,不同到期期限的债券是无法替代的。由于短期的债券在持有期有着更低的通货膨胀和利率风险,所以市场分割理论提出长期债券的收益率一般都较高,这解释了为什么收益率曲线通常向上倾斜。然而,由于不同到期期限的债券市场是完全分割的,没有一个理由说明为什么短期和长期收益率会同时移动。基于相同的原因,这一理论也无法解释为什么短期收益率会比长期收益率更不稳定。

三是优先聚集地理论,由 Modigliani & Sutch (1966)<sup>[3]</sup>提出,这一理论有些类似于市场分割理论,然而他们意识到了市场分割理论的局限,并结合了其他的理论。我们可以认为优先聚集地理论是市场分割理论和预期理论的结合。因为投

资者同时关注预期回报和到期期限。另外，由于投资者有着不同的投资时限，购买债券的到期期限在他们偏好之外时，他们就需要一个溢价。因此，这一理论在额外的风险可以得到补偿的前提下，允许市场参与者投资于他们偏好之外的到期期限。

四是流动性偏好理论，由 Hicks (1939)<sup>[4]</sup>提出，这一理论将重点更多地放在市场参与者风险偏好的影响上。他提出风险规避将导致远期利率大于预期的即期利率。期限溢价使得投资者倾向于持有更长期的债券。由于通货膨胀和未来风险利率的不确定性，无风险债券也将变得具有风险。债券持有人关心债券的真实回报而不是名义回报，由于通货膨胀的不确定性导致债券真实回报的不确定性，从而使得债券成为一项风险投资。债券的到期期限越长，对于给定的利率变化，价格变化幅度也越大。所以，长期债券的购买者需要对于风险的补偿。由于风险溢价随着到期期限增加而增加，流动性偏好理论解释了为什么收益率曲线通常向上倾斜。

### 2.1.2 现代利率期限结构理论

过去 20 多年，许多经济学家和金融学家对于利率期限结构进行了深入的研究。采用了大量计量模型来研究利率期限结构的随机性和波动规律。利率期限结构已经成为经济学家和金融学家学术日程表上长期研究的课题。金融学家主要把研究的重点放在收益率的预测和相关产品的定价。不幸的是，所有到期期限的收益率都不太稳定，所以很难有模型能够表现得比简单的随机过程要好。许多文献都表明要打败随机过程的预测精确度是十分困难的，例如 Duffee (2002)<sup>[7]</sup>和 Ang & Piazzesi (2003)<sup>[8]</sup>。

在最近的文献中，利率期限结构的构建方法方面有了重大的进展。Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>和 Christensen et al. (2011)<sup>[9]</sup>所提出的动态 Nelson-Siegel 因子模型有很好的预测效果。在这个领域中，Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>有重要的贡献，他们将 Nelson & Siegel (1987)<sup>[5]</sup>所提出的模型框架用于期限结构的预测，在文章中他们通过运用一个直接的两步估计过程，他们证明了 Nelson-Siegel 模型相比于其他模型有着更好的预测效果，尤其是在更长期的预测范围时。同时，Diebold & Li (2006)<sup>[6]</sup>提出的动态 Nelson-Siegel 模型的样本外预测优于许多其他的动态模

型。De Pooter (2007)<sup>[10]</sup>和 Mäenich (2008)<sup>[11]</sup>用相似的数据集证明了这些结论。Yu & Zivot (2011)<sup>[12]</sup>应用动态 Nelson-Siegel 模型来预测公司债收益率。其他应用动态 Nelson-Siegel 模型的文献有 Vicente & Tabak (2008)<sup>[13]</sup>和 Caldeira et al. (2010)<sup>[14]</sup>。Koopman et al. (2010)<sup>[15]</sup>拓展了动态 Nelson-Siegel 模型, 允许 GARCH 波动并允许载荷因子可以随时间变动, 即载荷因子为时间的函数。另一个动态因子模型形式的方法由 Bowsher & Meeks (2008)<sup>[16]</sup>提出, 他们提出了一个用自然三样条插值法的协整动态因子模型。Carriero et al. (2012)<sup>[17]</sup>提出了一个利用贝叶斯向量的自回归得到了一个更加有效的结果。Vasicek (1977)<sup>[18]</sup>、Cox et al. (1985)<sup>[19]</sup>、Duffie & Kan (1996)<sup>[20]</sup>和 Dai & Singleton (2002)<sup>[21]</sup>开创性地提出了仿射期限结构模型, 并且很广泛地应用在期权和固定收益衍生品的定价。这一方法是所谓的均衡或仿射族模型, 时间序列技术被用来对短期甚至瞬时的动态收益率建模, 而更长期限的收益率则应用仿射模型推导出来。在用 Nelson-Siegel 形式模型进行收益率曲线预测时, De Pooter et al. (2010)<sup>[22]</sup>、Mäenich (2012)<sup>[23]</sup>、Exterkate et al. (2012)<sup>[24]</sup>、和 Koopman & van der Wel (2013)<sup>[25]</sup>证明了宏观因子在预测信息中的重要地位。

### 2.1.3 Nelson-Siegel 模型及其拓展模型

利率期限结构的拟合方法, 可以分为经济理论模型和数量模型, 由于理论模型所需要的假设过于严格, 现实市场难以满足其条件, 因此利率期限结构拟合的主要方法通常为数量模型。常用的数量模型包括: 样条模型、Nelson-Siegel 模型及其拓展模型。

目前世界各国央行普遍采用的模型为 Nelson-Siegel 模型及其拓展模型。其中最为普遍运用的是 Nelson-Siegel (NS) 和 Nelson-Siegel-Svensson (NSS) 模型, 这两个模型的优势在于: 一、光滑性, 处处多阶可导的利率曲线; 二、模型参数有经济学含义; 三、模型拟合的效果符合预期理论。根据国际清算银行<sup>1</sup>的总结, 央行在拟合利率期限结构的实践中, 多采用 NS 模型或 NSS 模型, 只有日本单独采用的是 SS (平滑样条模型, Smoothing Splines), 美国则同时采用 SS 模型和 NSS 模型, 英国同时采用 VRP (可变的粗糙惩罚项, Variable Roughness Penalty)

<sup>1</sup> 资料来源: 零息债券收益率, 技术资料。BIS 论文, No. 25, 2005.



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.